

# V-168 地中連続壁の鉛直継手部の面内せん断耐力

(面外曲げモーメントの影響について)

フジ工業技術研究所 正会員 青 景 平 昌  
同 上 正会員 坂 元 健一郎  
同 上 正会員 神 田 亨

## §1 はじめに

本研究は地中連続壁の構造躯体利用を目的としたもので、施工ジョイント間の鉛直継手部に地震力が作用する場合を想定して、鉛直継手部の面内せん断耐力に関して実験的に検討したものである。本研究の一部はすでに発表しているが<sup>1)</sup>、本報告は土圧水圧等の側圧によって鉛直継手部に生ずる水平方向の面外曲げモーメントと地震時の面内せん断力が同時に作用する場合に着目して、面外曲げモーメントの大きさをパラメータとした面内せん断実験を行ない、面外曲げモーメントが面内せん断耐力性状に及ぼす影響について実験的に検討したものである。

## §2 実験概要

鉛直継手は面外曲げに対して鉄筋の重ね継手によって、また面内せん断力に対してはループ鉄筋と仕切り鋼材フランジの歯型で抵抗させることを意図したもので、供試体はコンクリート強度と面外曲げモーメントの大きさをパラメータとして表-1に示す合計6体を作製した。供試体の形状寸法と配筋状況を図-2に示す。ループ鉄筋はD19(SD30)で定着長  $L=30D$  とした。製作に当っては実施工状況を考慮して鉄筋かごを安定液につけた後コンクリートを打設した。

載荷装置を図-2に示すように一定の面外荷重をかけるものと、逆対称加力方式によって面内の正負交番荷重をかける2系列の油圧ジャッキを用いた。載荷はまず面外荷重を所定の値で一定とした後面内荷重をかけた。面内加力点は供試体の高さ  $h$  とシャースパン  $a$  の比  $a/h$  を0.5とした。面外荷重は鉄筋の重ね継手位置におけるループ鉄筋の設計曲げ引張応力度が  $2000 \text{ Kg/cm}^2$  (長期) と  $3000 \text{ Kg/cm}^2$  (短期) に相当する2種類とした。計測は加力点間の相対変位、ループ鉄筋ひずみ、コンクリートの支圧割裂方向ひずみについて行った。

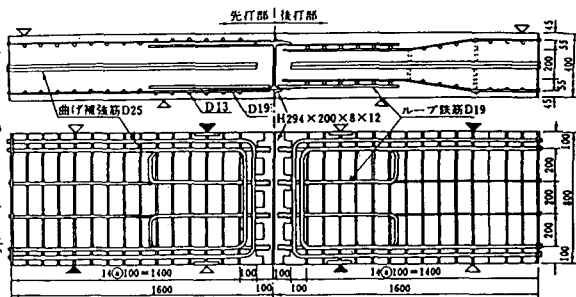


図-1 供試体の形状寸法および配筋図

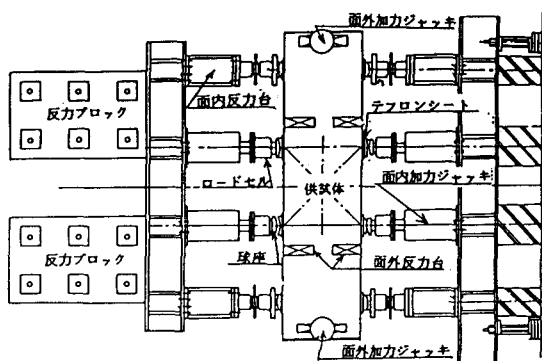


図-2 載荷装置図

表-1 実験結果の一覧表

| 供試体No.   | 鉛直継手                          |                                  | 面外曲げ<br>荷重      | コンクリート強度                    |                             | ひびわれ荷重   |     | ひびわれせん断応力 |             |                 | 終局せん断耐力 |       |       |           | 計算値 <sup>1)</sup> |              |
|----------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|-----|-----------|-------------|-----------------|---------|-------|-------|-----------|-------------------|--------------|
|          | 鉄筋                            | 仕切材                              |                 | $f_c$<br>Kg/cm <sup>2</sup> | $E_k$<br>Kg/cm <sup>2</sup> | 曲げ       | せん断 | $Q_{cr}$  | $\tau_{cr}$ | $\tau_{cr}/f_c$ | $P_u$   | $Q_u$ | $T_u$ | $T_u/f_c$ | $\mu Q_u$         | $Q_u/f_{cu}$ |
| M19-U-24 | ループ鉄筋D19(SD30)<br>定着長 $L=30D$ | H294x200x8x12<br>歯型: $\bar{n}=8$ | (t-m)           | 260                         | $2.61 \times 10^5$          | 面内<br>70 | 50  | 33.3      | 10.4        | 0.040           | 130.9   | 87.3  | 27.3  | 0.105     | 73.0              | 1.20         |
| M19-L-24 |                               |                                  | 長期許容<br>$M=6.0$ | 265                         | 2.63                        | 面外<br>40 | 45  | 30.0      | 9.4         | 0.034           | 119.6   | 79.7  | 24.9  | 0.094     | 67.1              | 1.19         |
| M19-S-24 |                               |                                  | 短期許容<br>$M=9.0$ | 265                         | 2.63                        | 面外<br>50 | 55  | 36.7      | 11.5        | 0.044           | 118.0   | 78.7  | 24.6  | 0.093     | 59.6              | 1.32         |
| M19-O-30 |                               |                                  | —               | 339                         | 2.74                        | 面内<br>80 | 55  | 36.7      | 11.5        | 0.034           | 163.8   | 109.2 | 34.1  | 0.101     | 95.3              | 1.15         |
| M19-L-30 |                               |                                  | 長期許容<br>$M=6.0$ | 351                         | 2.73                        | 面外<br>40 | 50  | 33.3      | 10.4        | 0.030           | 150.2   | 100.1 | 31.3  | 0.089     | 88.7              | 1.13         |
| M19-S-30 |                               |                                  | 短期許容<br>$M=9.0$ | 326                         | 2.72                        | 面外<br>50 | 50  | 33.3      | 10.4        | 0.032           | 131.4   | 87.6  | 27.4  | 0.084     | 73.3              | 1.20         |

### §3 実験結果および考察

1) ひびわれおよび破壊状況 実験結果を表-1に、また実験終了後のひびわれ状況を図-3に示す。面外曲げモーメントが大きくなる程ひびわれの分散性が悪くなり、ひびわれ幅はフランジ板の端部に集中する傾向があるが、長期許容曲げモーメント以下の範囲内であればこの傾向も顕著でなく影響は比較的少ないことが認められた。最大耐力に至る過程ではループ鉄筋から面内方向に支圧割裂ひびわれが進展し、ループ鉄筋のかぶり部がはく離することによって耐力が低下している。長期許容曲げモーメント以下ではループ鉄筋が降伏する前にコンクリートの支圧破壊で最大耐力に達しており、基本的な破壊モードは面外曲げモーメントがない場合と同じであると考えられた。一方、短期許容曲げモーメントの場合には、曲げ引張側のループ鉄筋が最大耐力時に降伏ひずみに達し、最大耐力以後の繰り返し時にループ鉄筋の1本が溶接端部で破断し面外荷重を一定に保持できなくなった。

2) 斜めひびわれせん断応力  $\tau_{cr}$   $\tau_{cr}$  とコンクリート強度の関係を図-4に示す。面外曲げモーメントが作用する場合には、面外曲げ引張応力と面内せん断応力の存在によって斜引張応力が大きくなり  $\tau_{cr}$  の値は小さくなると考えられたが、面外曲げひびわれの発生が先行してコンクリートの引張応力が解放されるためか、 $\tau_{cr}$  に及ぼす面外曲げモーメントの影響は小さいことが認められた。

3) 変形特性 面内荷重と加力点間相対変位の正側包絡線を図-5に示す。面内初期剛性は、面外曲げひびわれが予め発生しているにもかかわらずほぼ同一の値を示し、面外曲げモーメントが初期剛性に及ぼす影響は比較的小さいと考えられた。しかし、最大耐力以後の耐力低下は面外曲げが大きくなる程著しく、破壊は急激であることが認められた。

4) 終局せん断耐力 面外曲げが存在する場合とない場合の終局せん断耐力比と面外曲げモーメントの関係を図-6に示す。終局せん断耐力は面外曲げが大きくなる程低下し、その低下割合はコンクリート強度が高い程大きくなることが認められた。面外曲げモーメントによる終局せん断耐力の低下率  $\phi$  は、実験結果より、面外曲げが長期許容の場合  $\phi = 0.9$  短期の場合  $\phi = 0.8$  とすれば設計上安全であると考えられた。

### §4 おわりに

鉛直継手部には面外曲げと面内せん断が同時に作用する場合が多いので、設計に当ってはこの種の応力状態を考慮した対応が必要であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 青景・和泉「地中連続壁の鉛直継手部の面内終局せん断耐力」土木学会・講演概要集 昭和57年

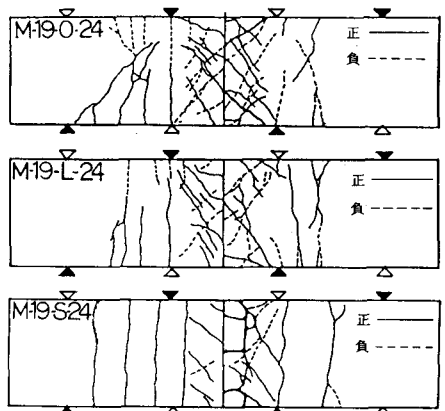


図-3 ひびわれ発生状況の代表例

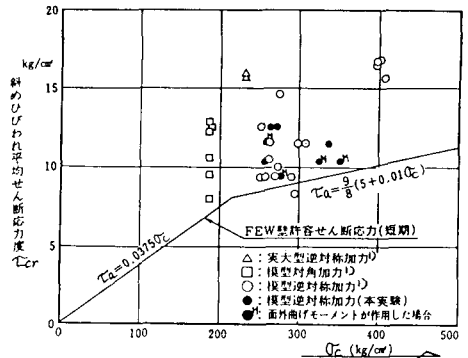


図-4  $\tau_{cr} - \sigma_c$  の関係

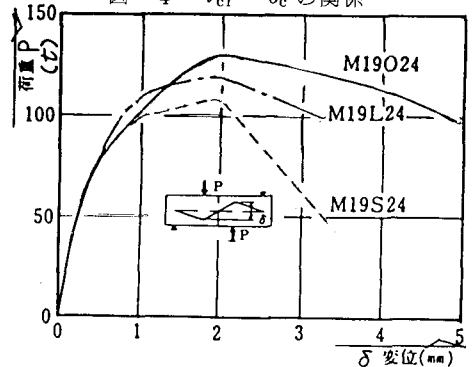


図-5 荷重と加力点間相対変位の関係

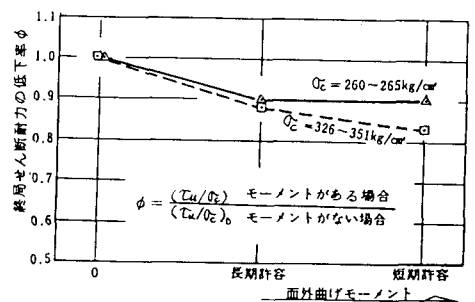


図-6 面外曲げモーメントの影響を受けた場合の終局せん断耐力の低下率